

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-048009

(43)Date of publication of application : 12.02.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 2003-192733 (71)Applicant : ASML NETHERLANDS BV

(22)Date of filing : 07.07.2003 (72)Inventor : BLEEKER ARNO JAN  
BANINE VADIM  
YEVGENYEVICH

(30)Priority

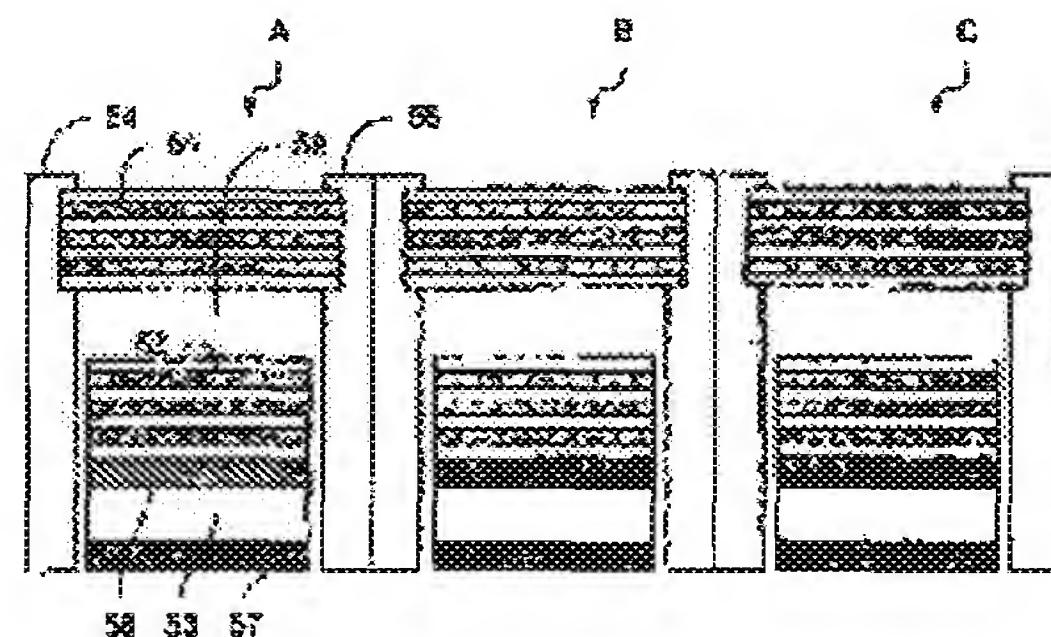
Priority number : 2002 02254786 Priority date : 09.07.2002 Priority country : EP

## (54) LITHOGRAPHY SYSTEM AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a lithography projection system that has a programmable patterning means suitable to use with EUV radiation.

**SOLUTION:** This is a programmable patterning means to be used with a lithography projection system having two or more reflective elements A, B and C. This programmable patterning means comprises two distributed Bragg reflectors 51, 52 in which each reflective element is arranged in the direction of the projected radiation beam. The separation distance D2 between those two distributed Bragg reflectors is adjustable between a first position which has a reflectivity of substantially zero by interference to weaken the reflections from the first and second distributed Bragg reflectors 51, 52, and a second position which has a large reflectivity by interference to enhance their reflections.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The radiation system for offering the projection beam of a radiation, The programmable pattern formation means for forming a pattern in said projection beam according to a desired pattern,

The substrate table for holding a substrate,

In the lithography projection equipment which has a projection system for projecting said beam by which pattern attachment was carried out on the target part of said substrate,

Said programmable pattern formation means has two or more reflective elements, and it has the 1st and 2nd distribution Bragg reflection machines with which each reflective element aligned in the direction of the incidence projection beam of a radiation substantially mutually, and a means for adjusting those separation in said direction,

In the 1st location the separation of said 1st distribution Bragg reflection machine and said 2nd distribution Bragg reflection machine Bring about the destructive interference of the reflection from the 1st distribution Bragg reflection machine, and the reflection from the 2nd distribution Bragg reflection machine, and the reflection factor of a reflective element is made comparatively low by it, and it sets in the 2nd location by it. The separation of said 1st distribution Bragg reflection machine and said 2nd distribution Bragg reflection machine Lithography projection equipment characterized by bringing about the constructive interference of the reflection from the 1st distribution Bragg reflection machine, and the reflection from the 2nd distribution Bragg reflection machine, and the reflection factor of a reflective element being made comparatively highly by it.

[Claim 2]

It is lithography projection equipment according to claim 1 which a part of radiation from a projection beam passes the 1st distribution Bragg reflection machine, it carries out incidence to the 2nd distribution Bragg reflection machine in said each reflective element, and is characterized by the 2nd distribution Bragg reflection machine reflecting a part of this radiation [ at least ] that carried out incidence.

[Claim 3]

Lithography projection equipment according to claim 1 or 2 characterized by the ability to offer the range of a setup where the actuator for adjusting the location of said 1st and 2nd distribution Bragg reflection machines is set up in so that two or more locations between the 1st location and the 2nd location may be taken, and the reflection factor of said reflective element can take it by it.

[Claim 4]

Lithography projection equipment given in any 1 term from claim 1 to which two or more reflective elements are characterized by having the 1st common distribution Bragg reflection machine to claim 3.

[Claim 5]

Lithography projection equipment given in any 1 term from claim 1 to which the projection beam of said radiation is an EUV radiation, and the difference of the separation of the 1st distribution Bragg reflection machine between said 1st location and said 2nd location and the 2nd distribution Bragg reflection machine is characterized by being [ of the wavelength of an EUV radiation ] a quadrant substantially to claim 4.

**[Claim 6]**

Lithography projection equipment given in any 1 term from claim 1 characterized by the means for adjusting the separation of said 1st distribution Bragg reflection machine and said 2nd distribution Bragg reflection machine being an electrostrictive actuator to claim 5.

**[Claim 7]**

It is lithography projection equipment according to claim 6 which has the piezo-electric element with two or more common reflective elements, however is characterized by each reflective element having at least one electrode only relevant to the reflective element for generating the local piezo-electric effect to the reflective element.

**[Claim 8]**

Lithography projection equipment given in any 1 term from claim 1 characterized by the means for adjusting the separation of said 1st distribution Bragg reflection machine and said 2nd distribution Bragg reflection machine being an electrostatic actuator to claim 5.

**[Claim 9]**

The step which offers a substrate,

The step which offers the projection beam of a radiation using a radiation system,

The step which uses a programmable pattern formation means and gives a pattern to a projection beam,

The step which projects the beam of the radiation by which pattern formation was carried out on the target part of a substrate

In the \*\*\*\*\* device manufacture approach,

Said programmable pattern formation means has two or more reflective elements, and the reflection factor of each reflective element is the distance between the distribution Bragg reflection machines of the pair which constitutes each reflective element, and is substantially determined as the projection beam of a radiation with the distance of an parallel direction,

The device manufacture approach characterized by said device manufacture approach containing further the step which sets up the distance between said a pair each of distribution Bragg reflection machines so that the reflection factor of a request of each of said reflective element may be offered according to a desired pattern.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]****[Field of the Invention]**

This invention,

The radiation system for supplying the projection beam of a radiation,

The programmable pattern formation means for carrying out patterning of the projection beam according to a desired pattern,

The substrate table for holding a substrate,

The projection system for projecting the beam by which patterning was carried out on the target part of a substrate

It is related with the lithography projection equipment which \*\*\*.

**[0002]****[Description of the Prior Art]**

Lithography projection equipment is used for manufacture of an integrated circuit (IC), a flat-panel display, and other devices equipped with precise structure. A programmable pattern formation means generates the pattern corresponding to each layer of IC. The image (image) of this pattern is formed in the target part (for example, it consists of some one or more chips) on the substrate (a silicon wafer or glass plate) covered in the layer of radiation sensitive material (resist).

**[0003]**

A substrate can pass through an under coat, resist covering, and various procedures like software BEKU before this image formation step. After exposure, a substrate can receive after [ exposure ] BEKU (PEB), development, and other procedures like measurement/inspection of hard and the image feature BEKU and formed. These imprint procedures bring about the pattern formation layer of a resist on a substrate. One or more pattern steps whose intention it has so that each, such as deposition, etching, ion implantation (doping), metallization, oxidization, and chemical mechanical polishing, may finish and create the layer of a device or may correct it continue. When some layers are required, this all procedures or deformation of those is repeated for every new layer. Finally, the array of a device comes to exist on a substrate (wafer). Next, by dicing or approach like sewing, these devices of each other can be separated and each device can be attached in the carrier connected to the pin etc. after that. Much information can be acquired [ rather than ] from "Microchip Fabrication: A practical Guide to Semiconductor Processing (manufacture of a microchip: practical use guide to semi-conductor processing)", the 3rd edition, Peter van Zant, MAGUROHIRU publication, 1997, and ISBN 0-07-067250-4 about such a process. This book is built into this specification by reference.

**[0004]**

In order to fill demand of forming a small component by the device top manufactured with lithography projection equipment, the radiation of shorter wavelength, such as an EUV radiation, must be used. However, the conventional programmable pattern formation means is not suitable for using it with an EUV radiation. For example, probably the surface tension of the multilayer laminating used for reflecting EUV light will be very high, and, for this reason, will incurvate the element in the conventional space optical modulator.

**[0005]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

The purpose of this invention is offering the lithography projection equipment suitable for using it with an EUV radiation which has a programmable pattern formation means.

[0006]

[Means for Solving the Problem]

According to this invention, these purpose and other purposes are lithography equipment which was specified in the paragraph of the beginning,

The programmable pattern formation means is equipped with two or more reflective elements, and each reflective element is equipped with the 1st and 2nd distribution Bragg reflection machines mutually located in a line in the direction of the radiation projection beam which carries out incidence substantially, and the means for adjusting those separation in said direction,

In the 1st location the separation of the 1st distribution Bragg reflection machine and the 2nd distribution Bragg reflection machine Bring about the destructive interference of the reflection from the 1st distribution Bragg reflection machine, and the reflection from the 2nd distribution Bragg reflection machine, and the reflection factor of a reflective element is made comparatively low by it, and it sets in the 2nd location. The separation of the 1st distribution Bragg reflection machine and the 2nd distribution Bragg reflection machine The constructive interference of the reflection from the 1st distribution Bragg reflection machine and the reflection from the 2nd distribution Bragg reflection machine is brought about, and it is attained by the lithography equipment characterized by the reflection factor of a reflective element being made comparatively highly by it.

[0007]

This configuration offers the programmable pattern formation means which can control each reflective element to change comparatively high reflection and comparatively low reflection in the specific wavelength of the radiation containing an EUV radiation. Therefore, a programmable pattern formation means can give a desired pattern to a beam by setting various reflective elements as various conditions.

[0008]

Moreover, the actuator used in order to adjust the separation of the 1st distribution Bragg reflection machine in each reflective element and the 2nd distribution Bragg reflection machine sets separation as one of two or more of the locations, and it sets up so that two or more level between the 1st location whose reflection is zero substantially about the reflection factor of a reflective element, and the 2nd location whose reflection factor is max may be taken. This makes easy better control of the pattern given to a projection beam.

[0009]

In order to make manufacture of a programmable pattern formation means easy, two or more reflective elements can have the 1st common distribution Bragg reflection machine. At this time, the reflection factor of each reflective element is set up by moving the 2nd distribution Bragg reflection machine to the 1st common distribution Bragg reflection machine.

[0010]

Preferably, each distribution Bragg reflection machine is designed so that the EUV radiation in the wavelength used may be reflected separately, the projection beam of a radiation is an EUV radiation and the difference of the separation of the 1st distribution Bragg reflection machine between the 1st location and the 2nd location and the 2nd distribution Bragg reflection machine is about 1/4 of the wavelength of the EUV radiation used. This configuration offers the greatest contrast of the maximum reflectance of a reflective element, and the minimum reflection factor.

[0011]

A means to adjust the separation of the 1st distribution Bragg reflection machine and the 2nd distribution Bragg reflection machine can be made into an electrostrictive actuator. The engine performance of such an actuator is fully understood and can control migration of such an electrostrictive actuator by very high precision. Since the successive range of an electrostrictive actuator is about several nanometers and a required precision is the range below NANOMETORU, this is required. For example, in order to offer ten gray level between the 1st location and the 2nd location, the difference between the separation in an adjoining location is about 0.2-0.5nm.

[0012]

Each reflective element can have a piezo-electric element according to individual for moving one of the distribution Bragg reflection machines. Or it can have a piezo-electric element with two or more common reflective elements. Since the piezo-electric effect is local to the electrode which supplies an electrical potential difference to a piezo-electric element, this is possible. A local effect can be used in order to adjust the location of the distribution Bragg reflection machine in each reflective element according to an individual. By use of a common piezo-electric element, manufacture of a programmable pattern formation means can be simplified sharply.

[0013]

As an alternative gestalt of further others, the means for adjusting the separation of the 1st distribution Bragg reflection machine and the 2nd distribution Bragg reflection machine may be based on an electrostatic actuator. Since this does not need offer of a piezo-electric element, it can reduce the complexity of a programmable pattern formation means, and can make the manufacture easy.

[0014]

According to the viewpoint of further others of this invention

The step which offers a substrate,

The step which offers the projection beam of a radiation using a radiation system,

The step which uses a programmable pattern formation means and gives a pattern to a projection beam,

The step which projects the beam of the radiation by which pattern formation was carried out on the target part of a substrate

It is the \*\*\*\*\* device manufacture approach,

Said programmable pattern formation means is equipped with two or more reflective elements, and the reflection factor of each reflective element is the distance between the distribution Bragg reflection machines of the pair which constitutes each reflective element, and is substantially determined as the projection beam of a radiation with the distance of an parallel direction,

The device manufacture approach characterized by the device manufacture approach containing further the step which sets up the distance between said a pair each of distribution Bragg reflection machines so that the reflection factor of a request of each reflective element may be offered according to a desired pattern is offered.

[0015]

Vocabulary "a programmable pattern formation means" which is used here should be widely interpreted as what calls the means which can be used for giving the cross section by which pattern formation was carried out to the radiation beam which carries out incidence so that a desired pattern can be created into the target part of a substrate. Moreover, the vocabulary "a light valve" and a "space optical modulator" (SLM) can be used in this context. The example of such a pattern formation means contains the following.

(1) Programmable Miller Alley

This can have the front face which has a viscoelasticity control layer and a reflecting surface and in which matrix addressing is possible. As for such a basic principle of equipment, the field which is not addressed on the other hand reflects incident light as the diffracted light, and the field where the reflecting surface (for example) was addressed reflects incident light as the non-diffracted light. A suitable spatial filter can be used, filter removal of the aforementioned non-diffracted light can be carried out from a reflective beam, it can leave only the diffracted light behind, and a substrate can be made to reach. Thus, pattern attachment of the beam is carried out according to the addressing pattern of the front face in which matrix addressing is possible. The array of a diffraction-grating light control valve (GLV) can also be used in the same mode. Each GLV consists of two or more reflective ribbons which can be related mutually and can deform so that the diffraction grating which reflects incident light as the diffracted light may be formed. Small Miller's matrix array is used with other programmable operation gestalten of Miller Alley. This small each of Miller can make it incline separately around an axis by adding suitable local electric field or using a piezo-electric actuation means. Too, Miller is an addressable matrix as addressed Miller reflects an incidence radiation beam in the different direction to Miller who is not addressed. Thus, pattern formation of the reflective beam is carried out according to the addressing pattern of matrix addressable Miller.

Required matrix addressing can be performed using a suitable electronic means. In the situation of above both, a programmable pattern formation means can contain one or more programmable Miller Alley. About such Miller Alley, much information is collectable from U.S. Pat. No. 5,296,891, U.S. Pat. No. 5,523,193, the PCT patent application WO 98/No. 38597, and WO 98/No. 33096. These patents are included in this specification by reference.

(2) A programmable LCD array

An example of such structure is shown in U.S. Pat. No. 5,229,872. This patent is included in this specification by reference.

[0016]

When the prior bias, the optical contiguity amendment feature, phase change technique, and multiple-times exposure technique of a feature are used, please understand that the pattern "was expressed" with the programmable pattern formation means may differ from the pattern finally imprinted the layer of a substrate, or on a substrate substantially.

[0017]

For facilitation, a projection system may be called a "lens." However, this vocabulary should be widely interpreted as what includes for example, a dioptrics system, a reflected light study system, a KATADIOPUTORIKKU system, and the projection system of various classes containing a micro lens array. The vocabulary "a projection system" used with this application should understand only expressing the system of the arbitration for imprinting a pattern formation beam with a substrate from a programmable pattern formation means. Moreover, a radiation system can operate according to either of these design methods, and can contain the component part which orients, and operates orthopedically or controls the projection beam of a radiation. Furthermore, such a component part may also be put in block in the bottom, or may be independently called a "lens." Filling the space between the definitive element of a projection system and a substrate with the liquid which has a larger refractive index than 1 is proposed. Since an exposure radiation has shorter wavelength in this liquid, this makes image formation of a smaller feature possible. This invention can also be used with this kind of equipment. Furthermore, lithography equipment may be a thing of a class which has two or more substrate tables (and/or, two or more mask tables). With the equipment of such a "multi-stage", an additional table may perform a preparation step on 1 or two or more of other tables, being used for juxtaposition or using 1 or two or more tables for exposure. Dual stage lithography equipment is indicated by U.S. Pat. No. 5,969,441 and the international public presentation WO 98/40791. These are included in this specification by reference.

[0018]

Although especially the thing for which the equipment by this invention is used by manufacture of IC may be referred to on these specifications, such equipment should understand having many of other possible applications clearly. For example, it can be used by manufacture of induction and the detection pattern of an accumulation light system and magnetic domain memory, a liquid crystal display panel, the thin film magnetic head, a thin film transistor liquid crystal display, a printed-circuit board (PCB), etc.

[0019]

In this reference, the vocabulary "a radiation" and a "beam" are used so that the electromagnetic radiation containing ultraviolet rays (wavelength is 365, 248, 193, 157, or 126nm), EUV (it is in extreme ultraviolet rays, for example, the range whose wavelength is 5-20nm) and an ion beam, or a particle beam like an electron beam of all classes may be included.

[0020]

Next, the instantiation implementation gestalt of this invention is only explained with reference to an attached schematic-diagram side as an example.

[0021]

The corresponding reference mark shows corresponding components among drawing.

[0022]

[Embodiment of the Invention]

(Operation gestalt 1)

Drawing 1 shows typically the lithography projection equipment according to the specific operation gestalt of this invention. This equipment is equipped with the following.

(1) The radiation systems Ex and IL which are equipped with the radiation source LA in [ for supplying the projection beam PB of a radiation (for example, UV radiation) ] this specification.

(2) The programmable pattern formation means PPM for forming a pattern in a projection beam (for example, programmable Miller Alley). Generally, the location of a programmable pattern formation means is fixed to Element PL. However, that is not right and you may connect with a positioning means by which a pattern formation means can be correctly positioned to Element PL.

(3) The object table WT connected to the positioning means for having a substrate holder for holding Substrate W (for example, resist covering silicon wafer), and positioning a substrate correctly to Element PL (substrate table).

(4) The projection system PL for projecting the beam by which pattern formation was carried out on the target part C of Substrate W (for example, it consisting of one or more chips) "lens" (for example, a quartz and/or a CaF<sub>2</sub> lens system, a KATADIOPUTORIKKU system equipped with the lens element created from such an ingredient, or the Miller system). This projection system can project the image of a programmable pattern formation means on a substrate. As an exception method, a projection system may project the image of the secondary source (secondary source), and the element of a pattern formation means programmable for this source acts as a shutter. A projection system can also be equipped with a micro lens array (referred to as MLA), in order to form for example, the secondary source and to project a microspot on a substrate again.

[0023]

This equipment is a reflective mold as shown here (that is, it has a reflective programmable pattern formation means). However, generally this equipment can also be used for example, as a transparency mold (that is, you may have the transparency programmable pattern formation means).

[0024]

A radiation source LA (for example, excimer laser) generates the beam of a radiation. This beam is that either after passing through conditioning means, such as direct or a beam expander Ex, and it is sent to lighting system (lighting system) IL. A lighting system IL can be equipped with the adjustment device AM for setting up the outside-radius range and/or inside-radius range (usually called sigma-outer and sigma-inner, respectively) of intensity distribution in a beam. Furthermore, generally a lighting system is equipped with other components with various Integrators IN, substage condensers CO, etc. Thus, the beam PB applied by the programmable pattern formation means PPM has desired uniform intensity distribution in the cross section.

[0025]

although it is what should be minded about drawing 1 , a radiation source LA may be in housing of lithography projection equipment (for example, when a radiation source LA is a mercury lamp, it comes out so and there are many a certain things), and a radiation source LA is far from lithography projection equipment, it is separated, and the radiation beam to generate may be drawn into equipment (for example, suitable orientation Miller -- using it) There are many scenarios of this latter, when the radiation source LA is an excimer laser. This invention and a claim include both these scenarios.

[0026]

Beam PB intersects the programmable pattern formation means PPM after that. The beam PB reflected by the programmable pattern formation means PPM passes through the projection system PL. This projection system PL completes Beam PB as the target part C of Substrate W. Using a positioning means (and the interference measurement means IF), the substrate table WT can be correctly moved so that a different target part C in the path of Beam PB may be positioned. When used, the positioning means for programmable pattern formation means can be used, for example, the location of the programmable pattern formation means PPM about the path of Beam PB can be correctly corrected during a scan. Generally, migration of the object table WT is performed using a long stroke module (coarse positioning) and a short stroke module (precision positioning). These modules are not clearly shown in drawing 1 . The same system can be used and a programmable pattern formation means can also be positioned. Please understand that make a projection beam movable, and it is made for an object table and/or a programmable pattern formation means to have a fixed position on a /addition target, and he can be provided with required relative displacement as an exception method.

[0027]

Although this specification explains the lithography equipment by this invention in order to expose the resist on a substrate, please also understand that this invention can project the pattern formation projection beam for not being limited to this application, but using this equipment, and using it with resist loess lithography.

[0028]

The equipment of illustration can be used in the four desirable modes.

(1) Step mode

It is collectively projected on the target part C by all the patterns in a programmable pattern formation means "with namely, single flash plate." Next, the substrate table WT is moved to a location which is different in x and/or the direction of y so that a different target part C may be irradiated with Beam PB.

(2) Scan mode

Although it is fundamentally the same as step mode, not being exposed however with a "flash plate" with the specific single target part C differ. Instead, a programmable pattern formation means is movable at a rate v in a specific direction "the so-called scanning direction of y", for example, the direction, consequently the projection beam PB comes to scan the whole programmable pattern formation means. In parallel to this, the substrate table WT moves to the same direction or the same opposite direction by rate  $V=Mv$  at coincidence. Here, M is the dilation ratio of Lens PL. Thus, it is not necessary to compromise on resolution and the comparatively big target part C can be made to expose.

(3) Pulse mode

A programmable pattern formation means stands it still substantially, and is maintained, the pulse radiation source is used, and all patterns are projected on the target part C of a substrate. The substrate table WT is essentially moved at a fixed rate so that the projection beam PB may scan Rhine which crosses Substrate W. The pattern of a programmable pattern formation means is updated if needed between the pulses of a radiation system, and the timing of a pulse is together put so that the continuous target part C may be exposed in the location where it is required on a substrate. Therefore, a projection beam can cross and scan Substrate W and can expose a perfect pattern to the strip of a substrate. A process is repeated until a perfect substrate is exposed for every Rhine.

(4) Continuation scan mode

Although it is fundamentally the same as pulse mode, a fixed radiation source is used substantially and the points of being updated in connection with a projection beam crossing a substrate, and the pattern of a programmable pattern formation means scanning, and exposing a substrate differ.

[0029]

The combination over the mode used mentioned above and/or deformation, or completely different mode used is also employable.

[0030]

Drawing 2 shows the distribution Bragg reflection machine of the class used by this invention. A distribution Bragg reflection machine consists of multilayer laminatings 10. With the distribution Bragg reflection vessel for EUV, the layers 12, 14, and 16 of silicon can constitute a laminating 10 from layers 11, 13, and 15 of the molybdenum inserted in between. A high reflection factor (about 70%) is obtained by the constructive interference of the radiation reflected from the top faces 11a, 13a, and 15a of the metal layers 11, 13, and 15. In order to make formation of this interference into the maximum, the top faces 11a and 13a of the metal (that is, incident angle was taken into consideration) layer in the direction to which a radiation is turned, and distance between 15a should be made the multiple of the one half of the wavelength of the radiation used. Although the distribution Bragg reflection machine of drawing 2 has three metal layers all over drawing, please understand in fact that many layers, for example, 80 layers, can be far used for the optimal reflection factor. About a distribution Bragg reflection machine, the information on many in EP 1,065,532A and EP 1,065,568A can be acquired, and these are included in this specification by reference.

[0031]

Drawing 3 shows typically the reflective element of the programmable pattern formation means used

by this invention. A programmable pattern formation means consists of two or more reflective elements constituted on the front face where incidence of the projection beam of a radiation is carried out. Each reflective element can be controlled according to an individual, and, thereby, the beam reflected by the programmable pattern formation means contains a desired pattern by changing some reflection factors of a reflective element in the cross section. Each reflective element consists of two distribution Bragg reflection machines 10 and 20, and these reflectors of each other are put in order in the direction of the radiation projection beam which carries out incidence so that the radiation of the arbitration which passes along the 1st distribution Bragg reflection machine 10 may carry out incidence to the 2nd distribution Bragg reflection machine 20. When the distance D2 between top-face 15a of the metal layer of two (that is, the angle of incidence of a beam was taken into consideration) distribution Bragg reflection machines 10 and 20 in the direction of the beam of a radiation and 21a is the multiple of the one half of the wavelength of the beam of a radiation, the reflection from two distribution Bragg reflection machines 10 and 20 suits in slight strength, and interferes, and the whole reflection becomes max. However, when the distribution Bragg reflection machines 10 and 20 are positioned so that only the quadrant of the wavelength of a radiation may change distance D2 from a front location as shown in drawing 3, a negative interference with the reflection from the 1st distribution Bragg reflection machine 10 and the reflection from the 2nd distribution Bragg reflection machine 20 brings about the reflection factor of zero substantially [ a reflective element ]. By adjusting the value of distance D2 so that it may enter between these two locations, the middle level of the reflection factor between zero and maximum can be obtained. Preferably, distance D2 can be adjusted to one of the arbitration of the location of about 200 places between the locations about maximum reflectance and the minimum reflection factor. Or the location of a distribution Bragg reflection machine is controllable to make possible the continuous setting range of distance D2.

[0032]

Drawing 4 shows three reflective elements A, B, and C of the programmable pattern formation means by this invention. The reflective element A consists of two distribution Bragg reflection machines 31 and 32 and electrostrictive actuators 33 which were mentioned above. Similarly, the reflective element B consists of distribution Bragg reflection machines 34 and 35 and a piezo-electric element 36, and the reflective element C consists of distribution Bragg reflection machines 37 and 38 and an electrostrictive actuator 39. By impressing an electrical potential difference to electrostrictive actuators 33, 36, and 39, the location of the bottom distribution Bragg reflection machines 32, 35, and 38 can be moved to the bottom distribution Bragg reflection machines 31, 34, and 37, respectively, and this changes the reflection factor of each reflective elements A, B, and C.

[0033]

As shown in drawing 4, each reflective elements A, B, and C have the respectively separate piezo-electric elements 33, 36, and 39. However, it can also have a piezo-electric element with two or more common reflective elements. The piezo-electric effect is restricted to the field which surround immediately the electrical potential difference impressed to a piezo-electric element. Therefore, by providing the field of the common piezo-electricity element corresponding to a specific reflective element with an electrical potential difference, only the bottom distribution Bragg reflection machine of the reflective element is moved, and, thereby, only the reflection factor of the reflective element is only adjusted. Therefore, two or more reflective elements which share a piezo-electric element are controllable by attaching two or more electrodes in a single piezo-electric element.

[0034]

Drawing 5 shows deformation of this operation gestalt of further others. Each reflective elements D, E, and F have the bottom distribution Bragg reflection machines 42, 45, and 48 original with it, and can adjust the location using electrostrictive actuators 43, 46, and 49. However, the reflective elements D, E, and F share the common bottom distribution Bragg reflection machine 41 in this case. With the size of a programmable mask, it can also make it common only to the lot to make the bottom distribution Bragg reflection machine 41 common to all the reflective elements in a programmable mask. As mentioned above, a reflective element can also share a common piezo-electric element.

[0035]

Drawing 6 shows the operation gestalt of drawing 4 more to the detail. The bottom distribution Bragg reflection machine 51 of each reflective elements A, B, and C is supported by supporters 54 and 55. A supporter can be used as the stanchion between the reflective elements A and B and C as shown in drawing 6. Or mesh-like structure can be formed and the bottom distribution Bragg reflection machine 51 may be arranged on it. The bottom distribution Bragg reflection machine 52 is supported on the piezo-electric layer 53. The gap 58 between two distribution Bragg reflection machines can be substantially filled up into the beam of a radiation with the conditions of being transparent, with foam, or can be made into a vacuum. The piezo-electric element 53 has the top electrode 56 and the bottom electrode 57, in order to operate an electrostrictive actuator, it offers an electrical potential difference, and thereby, it changes the size of the gap 58 between a bottom distribution Bragg reflection machine and a bottom distribution Bragg reflection machine. The top electrode layer 56 is made common about all reflective elements, and an active signal may be offered by the bottom electrode layer 57. As an exception method, a bottom distribution Bragg reflection machine can be used as an up electrode. As mentioned above, a bottom distribution Bragg reflection machine and/or a piezo-electric element can be carried out in common about some of reflective elements or all.

[0036]

(Operation gestalt 2)

Drawing 7 shows the alternative implementation gestalt of this invention which can adjust the distance between distribution Bragg reflection machines using electrostatic attraction by using a top and the bottom distribution Bragg reflection machines 61 and 62 as an electrode. In this case, it is necessary to use supporters 64 and 65 so that a distribution Bragg reflection machine may be provided with a signal, and the gap 68 between distribution Bragg reflection machines needs to be non-conductive. A gap can be made into a vacuum or can be filled up with foam.

[0037]

Supporters 64 and 65 curve and the separation between distribution Bragg reflection machines is changed as the electrostatic force between two distribution Bragg reflection machines 61 and 62 increases.

[0038]

The advantage of this operation gestalt is needing only less than dozens of volts, in order to produce required migration of a piezo-electric element.

[0039]

Although the specific operation gestalt of this invention has been mentioned above, please understand that this invention can be carried out in forms other than the above. There is no intention which restricts this invention to this explanation.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the lithography projection equipment by 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the distribution Bragg reflection machine suitable for using it by this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing use of two distribution Bragg reflection machines for creating the element which has the reflection factor which can be adjusted.

[Drawing 4] It is drawing showing a part of programmable pattern formation means by this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing a part of other programmable pattern formation means in the pan by this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing a part of electrostrictive actuator drive type programmable pattern formation means by this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing a part of electrostatic actuator drive type programmable pattern formation means by this invention.

[Description of Notations]

LA Radiation source

Ex Beam expander

IL Lighting system

AM Adjustment device  
IN Integrator  
CO Substage condenser  
PL Projection system  
PPM Programmable pattern formation means  
C Target part  
PB Projection beam  
W Substrate (wafer)  
WT Object table (substrate table)  
A, B, and C Reflective element  
10 Multilayer Laminating  
11, 13, and 15 Metal layer  
12, 14, and 16 Silicon layer  
31, 32, 34, 35, 37, and 38 Distribution Bragg reflection machine  
33, 36, and 39 Electrostrictive actuator

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

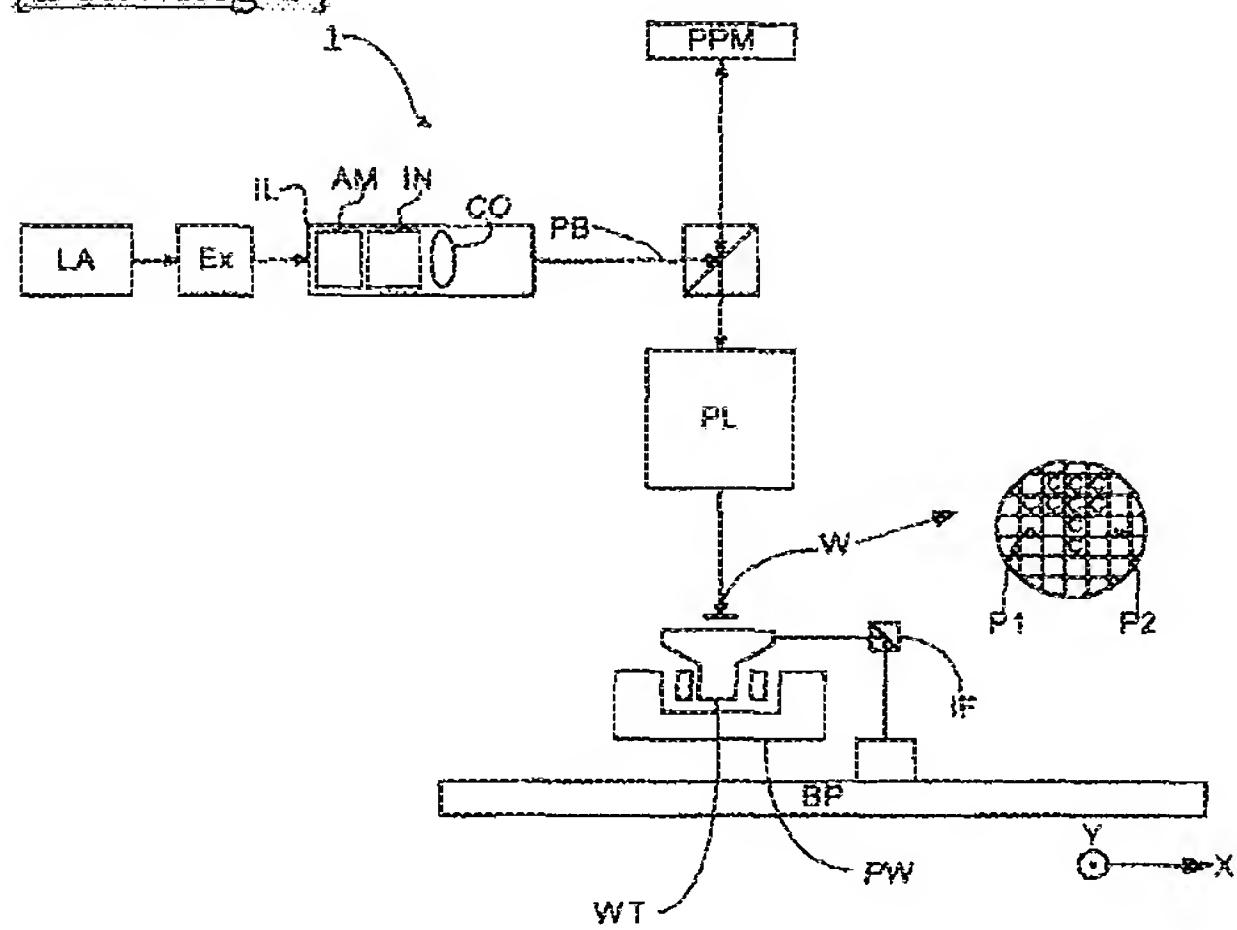
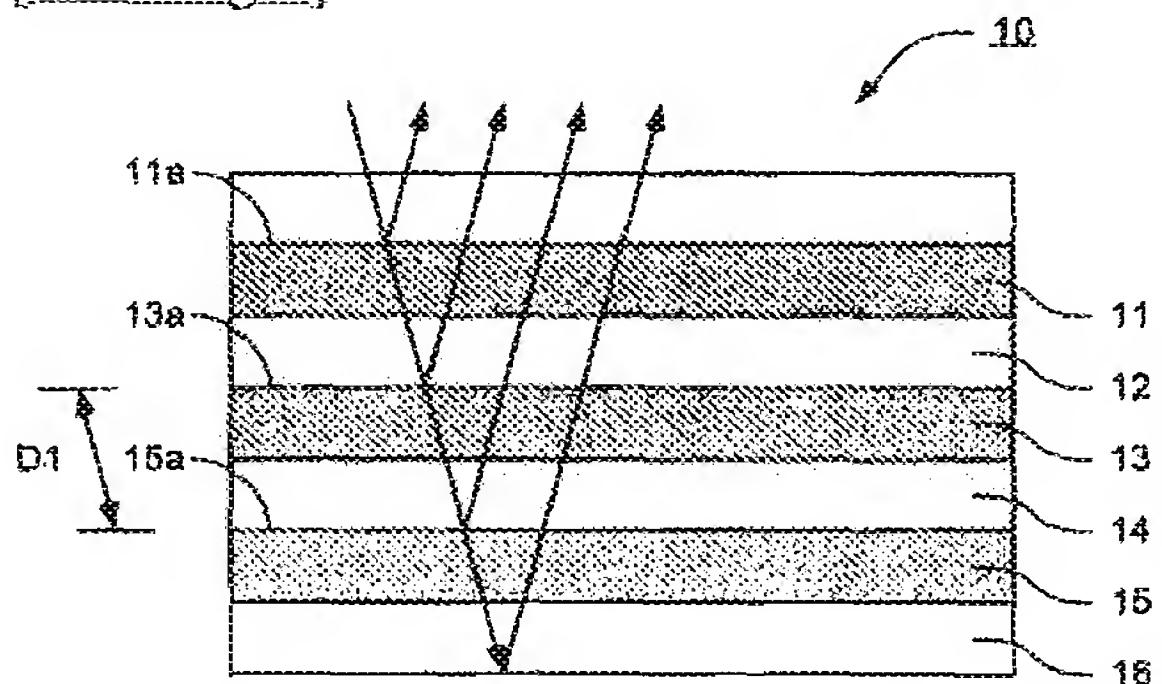
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

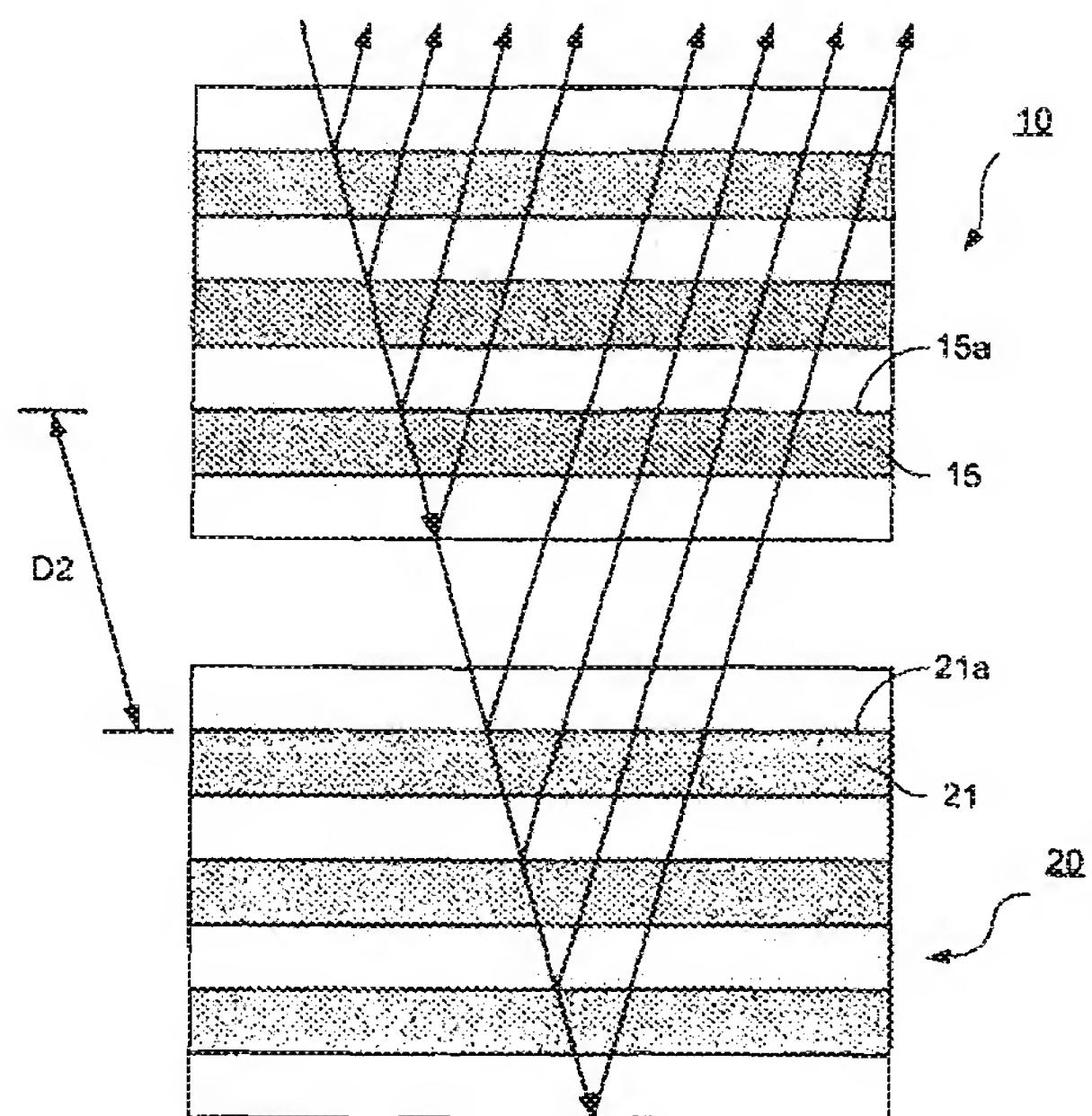
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

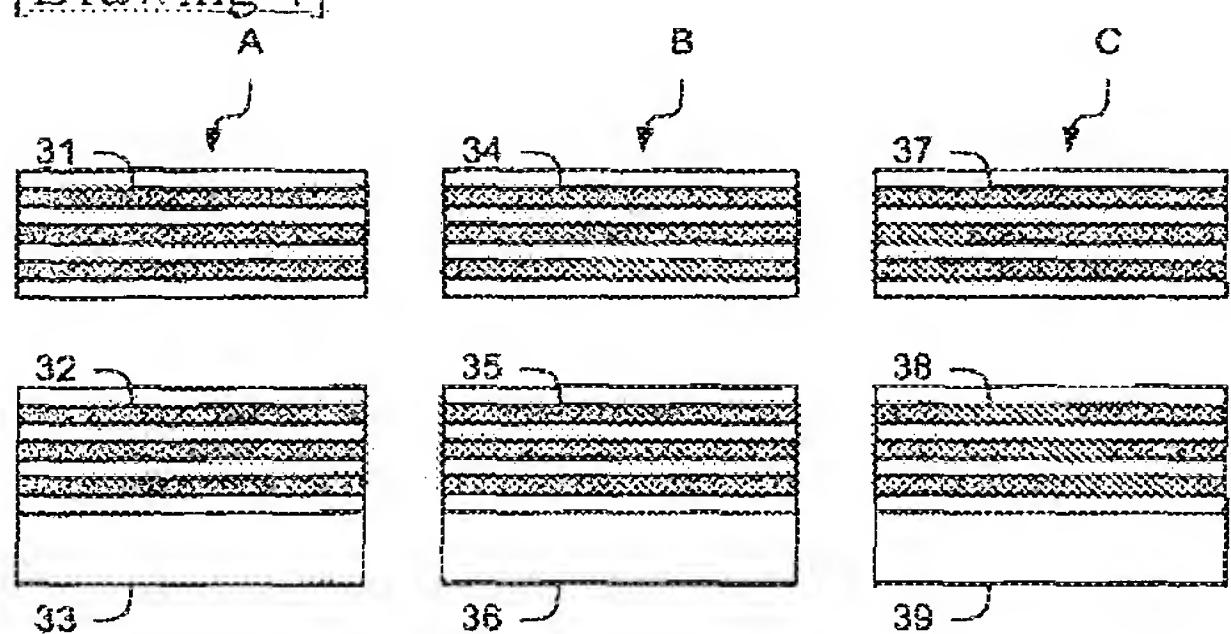
**DRAWINGS**

---

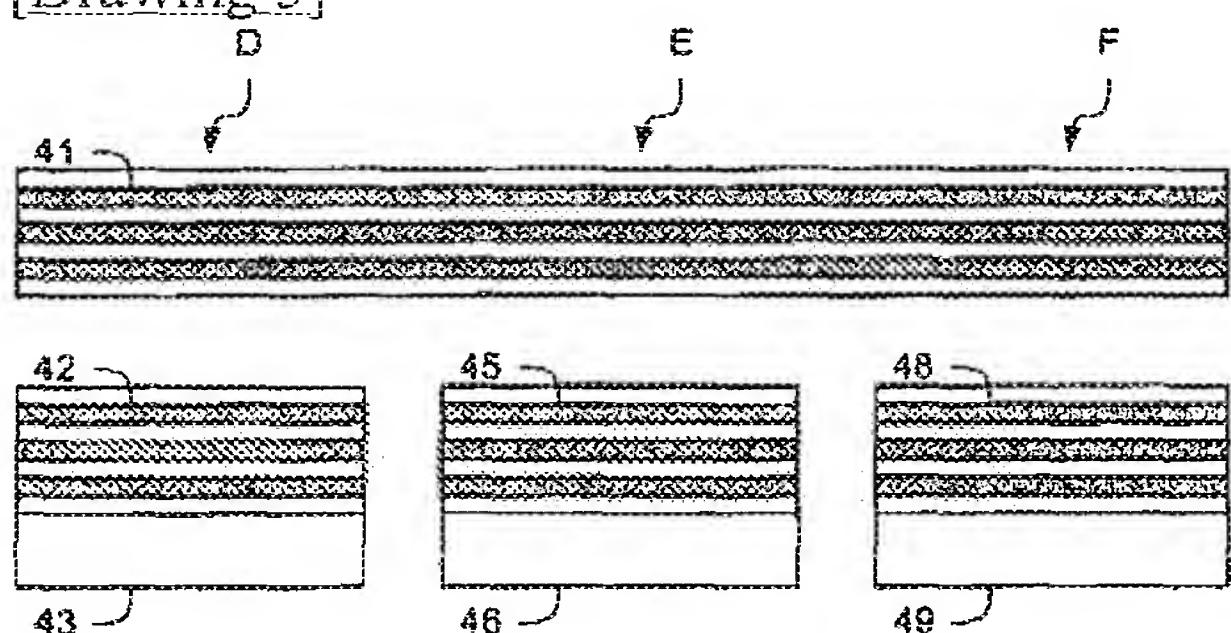
**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**



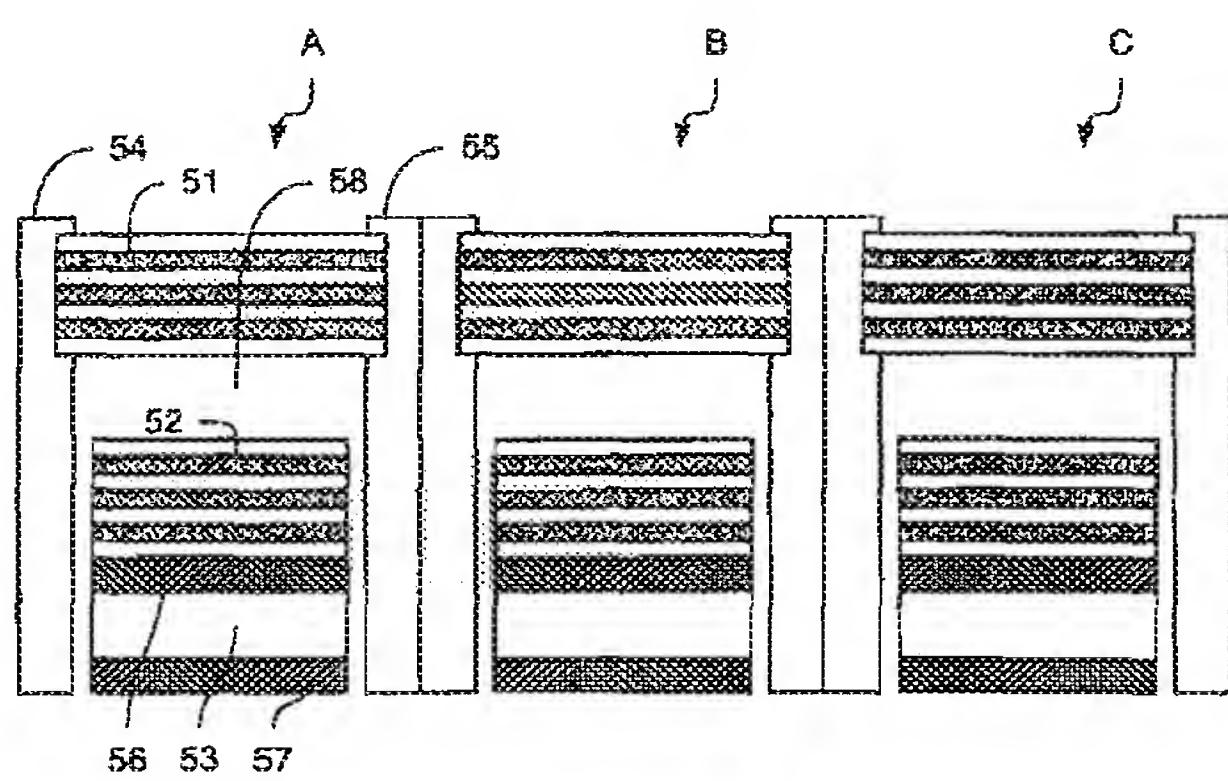
[Drawing 4]



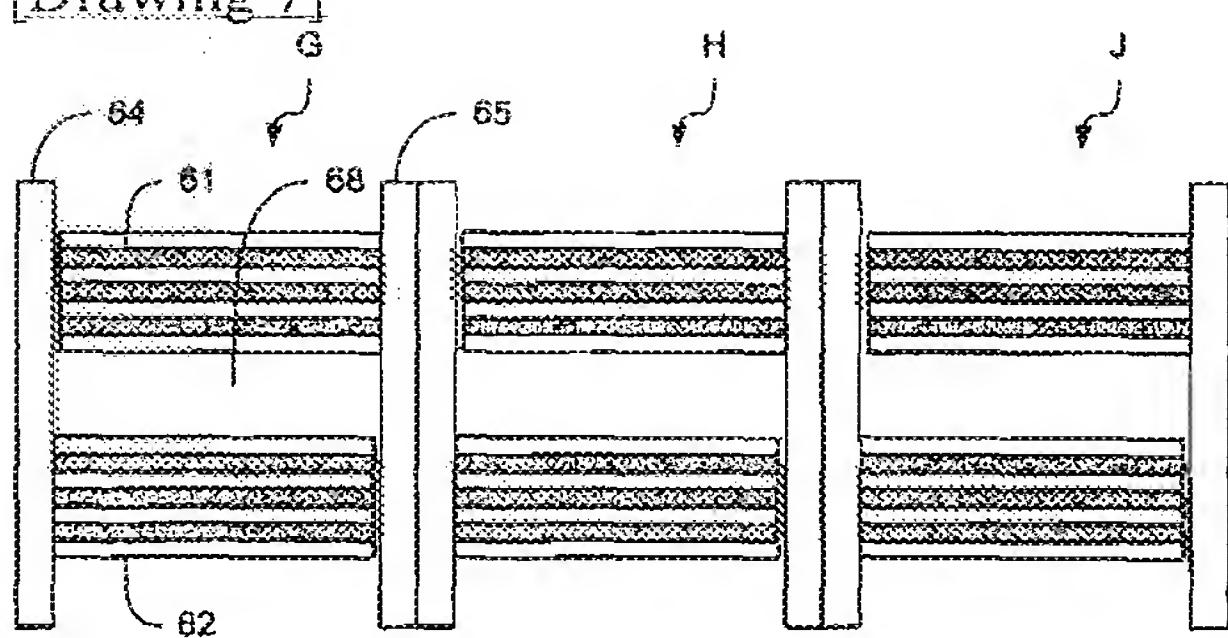
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-48009

(P2004-48009A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int.CI.<sup>7</sup>H01L 21/027  
G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515F  
G03F 7/20 503  
G03F 7/20 521  
H01L 21/30 517

テーマコード(参考)

5FO46

審査請求有 請求項の数 9 O.L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-192733(P2003-192733)  
 (22) 出願日 平成15年7月7日(2003.7.7)  
 (31) 優先権主張番号 02254786.3  
 (32) 優先日 平成14年7月9日(2002.7.9)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(71) 出願人 502010332  
 エイエスエムエル ネザランドズ ベスロ  
 テン フエンノートシャップ  
 オランダ国 5503 エルエイ フェル  
 トホーフエン、ザ ルン 1110  
 (74) 代理人 100066692  
 弁理士 浅村 瞳  
 (74) 代理人 100072040  
 弁理士 浅村 瞳  
 (74) 代理人 100087217  
 弁理士 吉田 裕  
 (74) 代理人 100080263  
 弁理士 岩本 行夫

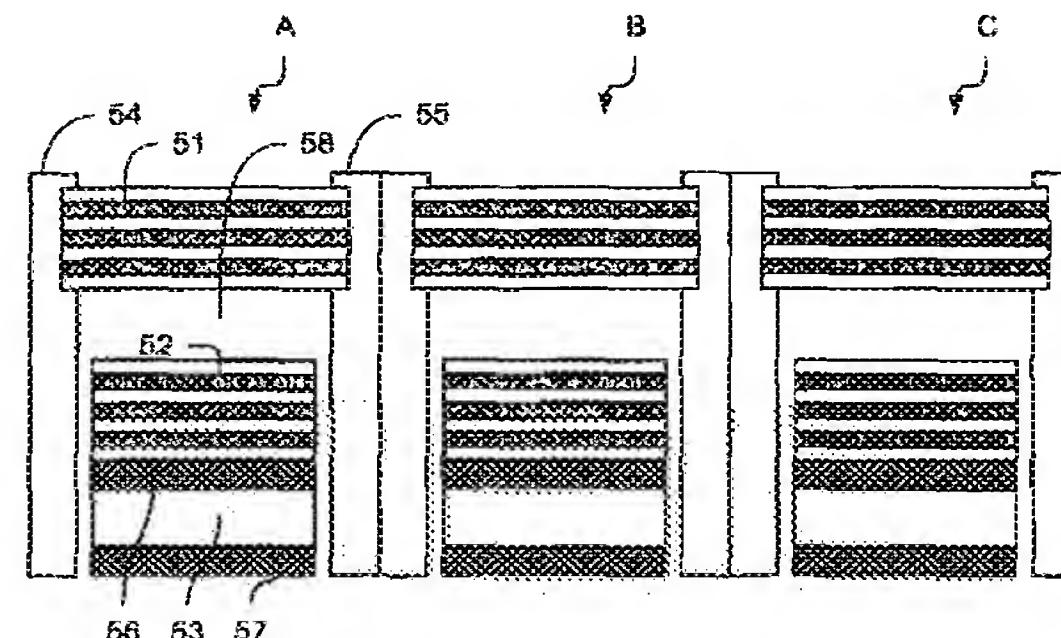
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 EUV放射線と共に使用するのに適したプログラム可能なパターン形成手段を有するリソグラフィ投影装置を提供すること。

【解決手段】 本発明によれば、複数の反射要素A、B、Cを備えた、リソグラフィ投影装置と共に使用するプログラム可能なパターン形成手段であって、各反射要素が、放射線の投影ビームの方向に互いに並べられた2つの分布プラグ反射器51、52から構成されているプログラム可能なパターン形成手段が提供される。2つの分布プラグ反射器間の離隔距離D2は、第1の分布プラグ反射器51からの反射と第2の分布プラグ反射器52からの反射との弱め合う干渉が実質的にゼロの反射率をもたらす第1の位置と、第1の分布プラグ反射器51からの反射と第2の分布プラグ反射器52からの反射との強め合う干渉が高い反射率をもたらす第2の位置との間で調節可能である。



【選択図】 図6

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

放射線の投影ビームを提供するための放射線システムと、  
所望のパターンに従って前記投影ビームにパターンを形成するためのプログラム可能なパ  
ターン形成手段と、  
基板を保持するための基板テーブルと、  
パターン付けされた前記ビームを前記基板の目標部分に投影するための投影システムとを  
有するリソグラフィ投影装置において、  
前記プログラム可能パターン形成手段が複数の反射要素を有し、各反射要素が、放射線の  
入射投影ビームの方向に互いに実質的に整列された第1および第2の分布プラグ反射器  
と、前記方向におけるそれらの離隔距離を調節するための手段とを有しており、  
第1の位置において、前記第1の分布プラグ反射器と前記第2の分布プラグ反射器の  
離隔距離が、第1の分布プラグ反射器からの反射と第2の分布プラグ反射器からの反  
射との弱め合う干渉をもたらし、それによって反射要素の反射率が比較的低くなされ、第  
2の位置において、前記第1の分布プラグ反射器と前記第2の分布プラグ反射器の離  
隔距離が、第1の分布プラグ反射器からの反射と第2の分布プラグ反射器からの反射  
との強め合う干渉をもたらし、それによって反射要素の反射率が比較的高くなされること  
を特徴とするリソグラフィ投影装置。

**【請求項 2】**

前記各反射要素において、投影ビームからの放射線の一部が第1の分布プラグ反射器を  
通過して第2の分布プラグ反射器に入射し、第2の分布プラグ反射器は、この入射した  
放射線の少なくとも一部を反射することを特徴とする請求項1に記載のリソグラフィ投  
影装置。

**【請求項 3】**

前記第1および第2の分布プラグ反射器の位置を調節するためのアクチュエータを、第  
1の位置と第2の位置の間の複数の位置をとるように設定し、それによって前記反射要素  
の反射率の取り得る設定の範囲を提供することができることを特徴とする請求項1または  
請求項2に記載のリソグラフィ投影装置。

**【請求項 4】**

2つ以上の反射要素が、共通の第1の分布プラグ反射器を有することを特徴とする請求  
項1から請求項3までのいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

**【請求項 5】**

前記放射線の投影ビームがEUV放射線であり、前記第1の位置と前記第2の位置の間で  
の、第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離の差が、EUV放  
射線の波長の実質的に4分の1であることを特徴とする請求項1から請求項4までのいず  
れか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

**【請求項 6】**

前記第1の分布プラグ反射器と前記第2の分布プラグ反射器の離隔距離を調節するた  
めの手段が圧電アクチュエータであることを特徴とする請求項1から請求項5までのいず  
れか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

**【請求項 7】**

2つ以上の反射要素が共通の圧電要素を有しており、しかし各反射要素は、その反射要素  
に対して局所的な圧電効果を生成するための、その反射要素のみに関連する少なくとも1  
つの電極を有していることを特徴とする請求項6に記載のリソグラフィ投影装置。

**【請求項 8】**

前記第1の分布プラグ反射器と前記第2の分布プラグ反射器の離隔距離を調節するた  
めの手段が静電アクチュエータであることを特徴とする請求項1から請求項5までのいず  
れか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

**【請求項 9】**

基板を提供するステップと、

10

20

30

40

50

放射線システムを使用して放射線の投影ビームを提供するステップと、  
プログラム可能なパターン形成手段を使用して、投影ビームにパターンを与えるステップ  
と、

パターン形成された放射線のビームを基板の目標部分に投影するステップと  
を含むデバイス製造方法において、

前記プログラム可能なパターン形成手段が複数の反射要素を有し、各反射要素の反射率が、  
各反射要素を構成する一対の分布プラグ反射器間の距離であって、放射線の投影ビーム  
に実質的に平行な方向の距離によって決定され、

前記デバイス製造方法が、所望のパターンに応じて前記各反射要素の所望の反射率を提供  
するように前記各一対の分布プラグ反射器間の距離を設定するステップをさらに含むこ  
とを特徴とするデバイス製造方法。 10

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、

放射線の投影ビームを供給するための放射線システムと、

所望のパターンに従って投影ビームをパターニングするための、プログラム可能なパター  
ン形成手段と、

基板を保持するための基板テーブルと、

パターニングされたビームを基板の目標部分に投影するための投影システムと  
を有するリソグラフィ投影装置に関する。 20

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

リソグラフィ投影装置は、集積回路（IC）、フラット・パネル・ディスプレイ、および  
精密な構造を備えた他のデバイスの製造に使用される。プログラム可能なパターン形成手  
段は、例えばICの個々の層に対応するパターンを生成する。このパターンの像（イメー  
ジ）が、放射線感光材料（レジスト）の層で覆われた基板（シリコン・ウェーハまたはガ  
ラス・プレート）上の目標部分（例えば、1つまたは複数のチップの一部分で構成される  
）に形成される。

##### 【0003】

この像形成ステップの前に、基板は、下塗り、レジスト被覆、およびソフト・ベークのよ  
うな様々な手順を経ることができる。露光後に、基板は、露光後ベーク（PEB）、現像  
、ハード・ベーク、および形成された像フィーチャの測定／検査のような他の手順を受け  
ることができる。これらの転写手順が、基板上にレジストのパターン形成層をもたらす。  
堆積、エッチング、イオン打込み（ドーピング）、メタライゼーション、酸化、化学的機  
械研磨などのような、それぞれがデバイスの層を仕上げ、作成し、あるいは修正するよう  
に意図されている1つまたは複数のパターン・ステップが続く。いくつかの層が必要な場  
合には、この全手順またはその变形が、新しい層ごとに繰り返される。最終的に、デバイ  
スの配列が基板（ウェーハ）上に存在するようになる。次に、ダイシングまたはソーイン  
グのような方法で、これらのデバイスを互いに分離し、その後、個々のデバイスを、ピン  
などに接続されたキャリアに取り付けることができる。そのようなプロセスに関するより  
多くの情報は、例えば、「Microchip Fabrication: A practical Guide to Semiconductor Processing (マイクロチップの製造: 半導体処理への実用ガイド)」、第3版、Peter van  
Zant、マグローヒル出版、1997、ISBN 0-07-067250-4から得  
ることができる。この本を参照により本明細書に組み込む。 40

##### 【0004】

リソグラフィ投影装置で製造したデバイス上により小さな構成要素を形成するという要求  
を満たすためには、EUV放射線など、より短い波長の放射線を使用しなければならない  
。しかし、従来のプログラム可能なパターン形成手段は、EUV放射線と共に使用するの 50

には適していない。例えば、EUV光を反射するのに用いられる多層積層の表面張力は非常に高く、このため従来の空間光変調器内の要素を湾曲させるであろう。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、EUV放射線と共に使用するのに適した、プログラム可能なパターン形成手段を有するリソグラフィ投影装置を提供することである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

この目的および他の目的は、本発明によれば、冒頭の段落に明記したようなリソグラフィ装置であって、

10

プログラム可能なパターン形成手段が複数の反射要素を備えており、各反射要素が、入射する放射線投影ビームの方向に亘りに実質的に並んでいる第1および第2の分布プラグ反射器と、前記方向におけるそれらの離隔距離を調節するための手段とを備え、

第1の位置において、第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離が、第1の分布プラグ反射器からの反射と第2の分布プラグ反射器からの反射との弱め合う干渉をもたらし、それによって反射要素の反射率が比較的低くなされ、また第2の位置において、第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離が、第1の分布プラグ反射器からの反射と第2の分布プラグ反射器からの反射との強め合う干渉をもたらし、それによって反射要素の反射率が比較的高くなされることを特徴とするリソグラフィ装置によって達成される。

20

#### 【0007】

この構成は、EUV放射線を含む放射線の特定の波長において、比較的高い反射と比較的低い反射を切り替えるように各反射要素を制御することができるプログラム可能パターン形成手段を提供する。したがって、様々な反射要素を様々な状態に設定することによって、プログラム可能パターン形成手段は、ビームに所望のパターンを与えることができる。

#### 【0008】

また、各反射要素での第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離を調節するために使用されるアクチュエータが、離隔距離を複数の位置の1つに設定し、反射要素の反射率を、反射が実質的にゼロである第1の位置と、反射率が最大である第2の位置との間で複数のレベルを取るように設定する。これは、投影ビームに与えられるパターンのより良い制御を容易にする。

30

#### 【0009】

プログラム可能パターン形成手段の製造を容易にするために、2つ以上の反射要素が、共通の第1の分布プラグ反射器を有することができる。このとき、各反射要素の反射率は、共通の第1の分布プラグ反射器に対して第2の分布プラグ反射器を移動させることによって設定される。

#### 【0010】

好ましくは、放射線の投影ビームがEUV放射線であり、それぞれの分布プラグ反射器は、使用される波長におけるEUV放射線を別々に反射するように設計され、第1の位置と第2の位置の間での、第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離の差は、使用されるEUV放射線の波長の約4分の1である。この構成は、反射要素の最大反射率と最小反射率の最大のコントラストを提供する。

40

#### 【0011】

第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離を調節する手段は、圧電アクチュエータにすることができる。そのようなアクチュエータの性能は十分に理解されており、非常に高い精度でそのような圧電アクチュエータの移動を制御することができる。圧電アクチュエータの移動範囲が数ナノメートル程度であり、必要な精度がナノメートル以下の範囲であるので、これが必要である。例えば、第1の位置と第2の位置の間に10個のグレー・レベルを提供するために、隣接する位置での離隔距離間の差は、約0.2~0.5nmである。

50

**【0012】**

各反射要素が、分布プラグ反射器の1つを移動させるための個別の圧電要素を有することができる。あるいは、2つ以上の反射要素が共通の圧電要素を有することができる。これは、圧電効果が、圧電要素に電圧を供給する電極に対して局所的であるので、可能である。局所効果は、各反射要素での分布プラグ反射器の位置を個別に調節するために使用することができる。共通の圧電要素の使用により、プログラム可能パターン形成手段の製造を大幅に簡略化することができる。

**【0013】**

さらに他の代替形態として、第1の分布プラグ反射器と第2の分布プラグ反射器の離隔距離を調節するための手段は、静電アクチュエータによるものであってよい。これは、圧電要素の提供を必要としないので、プログラム可能パターン形成手段の複雑さを低減し、その製造を容易にすることができる。10

**【0014】**

本発明のさらに他の観点によれば、  
基板を提供するステップと、  
放射線システムを使用して放射線の投影ビームを提供するステップと、  
プログラム可能パターン形成手段を使用して、投影ビームにパターンを与えるステップと  
、  
パターン形成された放射線のビームを基板の目標部分に投影するステップと  
を含むデバイス製造方法であって、20

前記プログラム可能パターン形成手段が複数の反射要素を備え、各反射要素の反射率が、各反射要素を構成する一対の分布プラグ反射器間の距離であって、放射線の投影ビームに実質的に平行な方向の距離によって決定され、  
デバイス製造方法が、前記各一対の分布プラグ反射器間の距離を、所望のパターンに応じて各反射要素の所望の反射率を提供するように設定するステップをさらに含むことを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

**【0015】**

ここで使用されるような用語「プログラム可能なパターン形成手段」は、基板の目標部分に所望のパターンを作成することができるように、入射する放射線ビームにパターン形成された断面を与えるのに用いることができる手段を称するものとして、広く解釈すべきである。また、用語「光弁」および「空間光変調器」(SLM)も、この文脈で使用することができる。そのようなパターン形成手段の例は、次のものを含む。30

**(1) プログラム可能ミラー・アレイ**

これは、粘弾性制御層および反射表面を有するマトリックス・アドレス指定可能な表面を有することができる。そのような装置の基本原理は、(例えば)反射表面のアドレス指定された領域が入射光を回折光として反射し、一方アドレス指定されていない領域が入射光を非回折光として反射するというものである。適切な空間フィルタを使用して、前記の非回折光を反射ビームからフィルタ除去して、回折光だけを後に残し、基板に到達させることができる。このようにして、マトリックス・アドレス指定可能な表面のアドレス指定パターンに従って、ビームはパターン付けされる。回折格子光制御弁(GLV)のアレイを、同様の態様で使用することもできる。各GLVは、入射光を回折光として反射する回折格子を形成するように互いに関して変形することができる複数の反射リボンからなる。プログラム可能なミラー・アレイの他の実施形態では、小さなミラーのマトリックス配列が使用される。この小さなミラーの各々は、適当な局部電界を加えることで、または圧電作動手段を使用することで、軸線のまわりで個々に傾斜させることができる。やはり、アドレス指定されたミラーが、アドレス指定されていないミラーに対して異なる方向に入射放射線ビームを反射するように、ミラーはアドレス指定可能なマトリックスである。このようにして、反射ビームは、マトリックス・アドレス指定可能ミラーのアドレス指定パターンに応じてパターン形成される。必要なマトリックス・アドレス指定は、適当な電子的手段を使用して行うことができる。上記の両方の状況で、プログラム可能パターン形成手段4050

は1つまたは複数のプログラム可能ミラー・アレイを含むことができる。そのようなミラー・アレイについて、例えば、米国特許第5,296,891号および米国特許第5,523,193号、ならびにPCT特許出願WO98/38597号およびWO98/33096号からより多くの情報を収集することができる。これらの特許を、参照により本明細書に組み込む。

#### (2) プログラム可能なLCDアレイ

そのような構造の一例が米国特許第5,229,872号に示されている。この特許を、参照により本明細書に組み込む。

#### 【0016】

フィーチャの事前バイアス、光近接補正フィーチャ、位相変化技法、および複数回露光技法が使用される場合に、プログラム可能パターン形成手段に「表された」パターンは、基板の層に、または基板上に最終的に転写されるパターンとは実質的に異なる場合があることを理解されたい。10

#### 【0017】

簡便化のために、投影システムを「レンズ」と呼ぶことがある。しかし、この用語は、例えば、屈折光学システム、反射光学システム、およびカタディオプトリック・システム、およびマイクロ・レンズ・アレイを含む様々な種類の投影システムを包含するものとして広く解釈すべきである。本出願で使用する用語「投影システム」は、単に、プログラム可能パターン形成手段から基板にパターン形成ビームを転写するための任意のシステムを表すことを理解されたい。また、放射線システムは、これらの設計方式のいずれかに従って動作して放射線の投影ビームを方向付け、整形し、または制御する構成部品を含むことができる。さらに、そのような構成部品もまた、下で一括して、または単独で、「レンズ」と呼ぶことがある。1よりも大きい屈折率を有する液体で、投影システムの最終要素と基板との間の空間を満たすことが提案されている。これは、露光放射線がこの液体中でより短い波長を有するので、より小さいフィーチャの像形成を可能にする。本発明は、この種類の装置と共に使用することもできる。さらに、リソグラフィ装置は、2以上の基板テーブル（および／または2以上のマスク・テーブル）を有する種類のものであってもよい。そのような「マルチ・ステージ」の装置では、付加的なテーブルは並列に使用されてもよく、あるいは、1または複数のテーブルを露光に使用しながら、1または複数の他のテーブルで準備ステップを行ってもよい。デュアル・ステージ・リソグラフィ装置は、例えば米国特許第5,969,441号および国際公開WO98/40791に記載されている。2030これらを参照により本明細書に組み込む。

#### 【0018】

この明細書では、ICの製造で本発明による装置を使用することを特に参考するかもしれないが、そのような装置が他の多くの可能な用途を有することを明確に理解すべきである。例えば、集積光システム、磁気ドメイン・メモリの誘導および検出パターン、液晶表示パネル、薄膜磁気ヘッド、薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ、印刷回路板（PCB）などの製造で使用することができる。

#### 【0019】

本文献において、用語「放射線」および「ビーム」は、紫外線（波長が、365、248、193、157または126nmである）およびEUV（極紫外線、例えば、波長が5～20nmの範囲にある）、ならびにイオン・ビームまたは電子ビームのような粒子ビームを含む、全ての種類の電磁放射線を包含するように使用される。40

#### 【0020】

次に、本発明の例示実施形態を、単に例として、添付の概略図面を参照して説明する。

#### 【0021】

図中、対応する参照符号は、対応する部品を示している。

#### 【0022】

#### 【発明の実施の形態】

#### （実施形態1）

図1は、本発明の特定の実施形態に従ったリソグラフィ投影装置を模式的に示す。本装置は、以下のものを備える。

(1) 放射線（例えば、UV放射線）の投影ビームPBを供給するための、この特定の場合には放射線源LAを備えている放射線システムEx、IL。

(2) 投影ビームにパターンを形成するための、プログラム可能なパターン形成手段PPM（例えばプログラム可能ミラー・アレイ）。一般に、プログラム可能なパターン形成手段の位置は要素PLに対して固定される。しかし、そうではなく、要素PLに対してパターン形成手段を正確に位置決めすることのできる位置決め手段に接続してもよい。

(3) 基板W（例えば、レジスト被覆シリコン・ウェーハ）を保持するための基板ホルダを備え、かつ要素PLに対して基板を正確に位置決めするための位置決め手段に接続されたオブジェクト・テーブル（基板テーブル）WT。  
10

(4) パターン形成されたビームを、基板Wの目標部分C（例えば、1つまたは複数のチップで構成される）に投影するための投影システム（「レンズ」）PL（例えば、石英および／またはCaF<sub>2</sub>レンズ・システム、またはそのような材料から作成されたレンズ要素を備えるカタディオプトリック・システム、あるいはミラー・システム）。この投影システムは、プログラム可能なパターン形成手段の像を基板上に投影することができる。別法として、投影システムは、2次ソース（secondary source）の像を投影してもよく、このソースのために、プログラム可能なパターン形成手段の要素はシャッタとして作用する。投影システムはまた、例えば、2次ソースを形成し、マイクロスポットを基板上に投影するために、マイクロ・レンズ・アレイ（MLAと呼ばれる）を備えることもできる。  
20

#### 【0023】

ここに示すように、本装置は、反射型である（すなわち、反射プログラム可能なパターン形成手段を有する）。しかし、一般に、本装置は、例えば、透過型とすることもできる（すなわち、透過プログラム可能なパターン形成手段を有していてもよい）。

#### 【0024】

放射線源LA（例えば、エキシマ・レーザ）は、放射線のビームを生成する。このビームは、直接、または、例えばビーム拡大器Exなどのコンディショニング手段を通り抜けた後のいずれかで、照明システム（照明装置）ILに送られる。照明装置ILは、ビーム内の強度分布の外側半径範囲および／または内側半径範囲（通常、それぞれ、o-outer、o-innerと呼ばれる）を設定するための調整手段AMを備えることができる。さらに、照明装置は、一般に、積分器IN、集光器COなどの様々な他の部品を備える。このようにして、プログラム可能なパターン形成手段PPMに当てられるビームPBは、その断面内に所望の一様強度分布を持つ。  
30

#### 【0025】

図1に関して留意すべきことであるが、放射線源LAは、リソグラフィ投影装置のハウジング内にあることがあり（例えば、放射線源LAが水銀ランプの場合、そうであることが多い）、また、放射線源LAがリソグラフィ投影装置から遠く離れており、その生成する放射線ビームが装置の中に導かれることもある（例えば、適当な方向付けミラーを使用して）。この後者のシナリオは、放射線源LAがエキシマ・レーザである場合に多い。本発明および特許請求の範囲は、これらのシナリオの両方を含む。  
40

#### 【0026】

ビームPBは、その後、プログラム可能なパターン形成手段PPMと交差する。プログラム可能なパターン形成手段PPMによって反射されたビームPBは、投影システムPLを通り抜ける。この投影システムPLは、基板Wの目標部分CにビームPBを収束させる。位置決め手段（および干渉測定手段IF）を使って、基板テーブルWTは、例えば、ビームPBの経路内に異なる目標部分Cを位置決めするように、正確に移動させることができる。使用される場合、プログラム可能なパターン形成手段用の位置決め手段を使用して、例えば走査中に、ビームPBの経路に関するプログラム可能なパターン形成手段PPMの位置を正確に修正することができる。一般に、オブジェクト・テーブルWTの移動は、長行程モジ  
50

ュール（粗い位置決め）と短行程モジュール（精密位置決め）を使って行われる。これらのモジュールは、図1に明示的に示さない。同様のシステムを使用して、プログラム可能パターン形成手段を位置決めすることもできる。別法として／付加的に、投影ビームを可動にし、オブジェクト・テーブルおよび／またはプログラム可能パターン形成手段が固定位置を有するようにし、必要な相対移動を提供することができることを理解されたい。

#### 【0027】

本発明によるリソグラフィ装置を、本明細書では基板上のレジストを露光する目的で説明するが、本発明はこの用途に限定されず、この装置を使用して、レジストレス・リソグラフィで使用するためのパターン形成投影ビームを投影することもできることを理解されたい。

10

#### 【0028】

図示の装置は、4つの好ましいモードで使用することができる。

##### (1) ステップ・モード

プログラム可能パターン形成手段での全パターンが一括して（すなわち、単一の「フラッシュ」で）目標部分Cに投影される。次に、異なる目標部分CがビームPBで照射されるように、基板テーブルWTがxおよび／またはy方向で異なる位置に移動される。

##### (2) 走査モード

基本的にはステップ・モードと同じであるが、ただ、特定の目標部分Cが単一の「フラッシュ」で露光されないことが異なる。代わりに、プログラム可能パターン形成手段が、特定の方向（いわゆる「走査方向」、例えば、y方向）に速度vで移動可能であり、その結果、投影ビームPBはプログラム可能パターン形成手段全体を走査するようになる。これと並行して、基板テーブルWTが、速度V=Mvで、同じ方向または反対方向に同時に移動する。ここで、MはレンズPLの拡大率である。このようにして、分解能で妥協する必要なく、比較的大きな目標部分Cを露光させることができる。

20

##### (3) パルス・モード

プログラム可能パターン形成手段が実質的に静止して保たれ、パルス放射線源を使用して、全パターンが基板の目標部分Cに投影される。基板テーブルWTは、投影ビームPBが、基板Wを横断するラインを走査するように、本質的に一定の速度で移動される。プログラム可能パターン形成手段のパターンは、放射線システムのパルス間で必要に応じて更新され、連続する目標部分Cが基板上の要求される位置で露光されるようにパルスのタイミングが合わされる。したがって、投影ビームは、基板Wを横断して走査して、基板のストリップに対して完全なパターンを露光することができる。プロセスは、完全な基板がラインごとに露光されるまで繰り返される。

30

##### (4) 連続スキャン・モード

基本的にはパルス・モードと同じであるが、ただし、実質的に一定の放射線源が使用され、プログラム可能パターン形成手段のパターンは、投影ビームが基板を横断して走査して基板を露光するのにともなって更新されるという点が異なる。

30

#### 【0029】

上述した使用モードに対する組合せおよび／または変形、あるいは全く異なる使用モードを採用することもできる。

40

#### 【0030】

図2は、本発明で使用される種類の分布プラグ反射器を示す。分布プラグ反射器は、多層積層10から構成される。EUV用の分布プラグ反射器では、積層10は、例えば、シリコンの層12、14、16が間に挿入されたモリブデンの層11、13、15から構成することができる。金属層11、13、15の上面11a、13a、15aから反射される放射線の強め合う干渉により、高い反射率（約70%）が得られる。この干渉の形成を最大限にするために、放射線が向けられる方向での（すなわち入射角を考慮した）金属層の上面11a、13a、15a間の距離は、使用される放射線の波長の半分の倍数にすべきである。図2の分布プラグ反射器は、図中で3つの金属層を有しているが、実際には、最適な反射率のために、はるかに多数の層、例えば80層を使用することができる

50

ことを理解されたい。分布プラグ反射器について、EP 1,065,632AおよびEP 1,065,568Aにより多くの情報を得ることができ、これらを参照により本明細書に組み込む。

### 【0031】

図3は、本発明で使用されるプログラム可能パターン形成手段の反射要素を模式的に示す。プログラム可能パターン形成手段は、放射線の投影ビームが入射される表面上に構成された複数の反射要素からなる。各反射要素を個別に制御することができ、それにより、反射要素のいくつかの反射率を変えることによって、プログラム可能パターン形成手段によって反射されるビームがその断面で所望のパターンを含む。各反射要素は、2つの分布プラグ反射器10、20から構成され、これらの反射器は、第1の分布プラグ反射器10を通る任意の放射線が第2の分布プラグ反射器20に入射するように、入射する放射線投影ビームの方向で互いに並べられている。放射線のビームの方向での（すなわちビームの入射角を考慮した）2つの分布プラグ反射器10、20の金属層の上面15a、21a間の距離D2が、放射線のビームの波長の半分の倍数であるとき、2つの分布プラグ反射器10、20からの反射が強め合って干渉し、全体の反射が最大になる。しかし、図3に示されるように、距離D2が前の位置から放射線の波長の4分の1だけ変わるように分布プラグ反射器10、20が位置決めされると、第1の分布プラグ反射器10からの反射と、第2の分布プラグ反射器20からの反射との負の干渉が、反射要素の実質的にゼロの反射率をもたらす。距離D2の値をこれら2つの位置の間にるように調節することによって、ゼロと最大値との間の反射率の中間レベルを得ることができる。好ましくは、距離D2は、最大反射率と最小反射率に関する位置の間にある約200カ所の位置の任意の1つに調節することができる。あるいは、分布プラグ反射器の位置を、距離D2の連続的な設定範囲を可能にするように制御することができる。

### 【0032】

図4は、本発明によるプログラム可能パターン形成手段の3つの反射要素A、B、Cを示す。反射要素Aは、前述したような2つの分布プラグ反射器31、32および圧電アクチュエータ33から構成される。同様に、反射要素Bは、分布プラグ反射器34、35および圧電要素36から構成され、反射要素Cは、分布プラグ反射器37、38および圧電アクチュエータ39から構成される。圧電アクチュエータ33、36、39に電圧を印加することによって、下側分布プラグ反射器32、35、38の位置を、それぞれ上側分布プラグ反射器31、34、37に対して移動させることができ、それにより各反射要素A、B、Cの反射率を変える。

### 【0033】

図4に示されるように、各反射要素A、B、Cが、それぞれ別々の圧電要素33、36、39を有している。しかし、2つ以上の反射要素が共通の圧電要素を有することもできる。圧電効果は、圧電要素に印加される電圧を直ぐに取り巻く領域に制限される。したがって、単に、特定の反射要素に対応する共通圧電要素の領域に電圧を提供することによって、その反射要素の下側分布プラグ反射器のみが移動され、それによりその反射要素の反射率のみが調節される。したがって、複数の電極を单一の圧電要素に取り付けることによって、圧電要素を共有する複数の反射要素を制御することができる。

### 【0034】

図5は、この実施形態のさらに他の変形を示す。各反射要素D、E、Fは、それ独自の下側分布プラグ反射器42、45、48を有し、その位置を、圧電アクチュエータ43、46、49を用いて調節することができる。しかしこの場合、反射要素D、E、Fは、共通の上側分布プラグ反射器41を共有する。プログラム可能マスクのサイズによって、上側分布プラグ反射器41を、プログラム可能マスク内の全ての反射要素に共通のものとすることも、その一区画にのみ共通のものとすることもできる。前述したように、反射要素は、共通の圧電要素を共有することもできる。

### 【0035】

図6は、図4の実施形態をより詳細に示している。各反射要素A、B、Cの上側分布プラ

10

20

30

40

50

ップ反射器 5 1 が、支持部 5 4 、 5 5 によって支持されている。図 6 に示されるように、支持部は、反射要素 A 、 B 、 C 間の支柱とすることができます。あるいは、メッシュ状構造を形成することができ、その上に上側分布プラッグ反射器 5 1 が配置されてもよい。下側分布プラッグ反射器 5 2 は、圧電層 5 3 の上に支持される。2つの分布プラッグ反射器間のギャップ 5 8 を、放射線のビームに実質的に透明であるという条件で多孔性材料で充填することができ、あるいは真空にすることができる。圧電要素 5 3 は、上側電極 5 6 および下側電極 5 7 を有して、圧電アクチュエータを作動するために電圧を提供し、それにより上側分布プラッグ反射器と下側分布プラッグ反射器の間のギャップ 5 8 のサイズを変える。上側電極層 5 6 を、全ての反射要素に関して共通とし、作動信号は、下側電極層 5 7 によって提供されてもよい。別法として、下側分布プラッグ反射器を、上部電極として使用することができる。上述したように、上側分布プラッグ反射器および／または圧電要素は、反射要素のいくつかまたは全てに関して共通にすることができる。

## 【0036】

## (実施形態 2 )

図 7 は、上側および下側分布プラッグ反射器 6 1 、 6 2 を電極として使用することによって、分布プラッグ反射器間の距離を静電引力を使用して調節することができる、本発明の代替実施形態を示す。この場合、支持部 6 4 、 6 5 は、分布プラッグ反射器に信号を提供するように使用する必要があり、分布プラッグ反射器間のギャップ 6 8 は、非導電性である必要がある。ギャップは、真空にすることができ、あるいは多孔性材料で充填することができる。

## 【0037】

2つの分布プラッグ反射器 6 1 、 6 2 間の静電力が増大するにつれて、支持部 6 4 、 6 5 が湾曲し、分布プラッグ反射器間の離隔距離を変える。

## 【0038】

この実施形態の利点は、圧電要素の必要な移動を生み出すために数十ボルト未満しか必要としないことである。

## 【0039】

本発明の特定の実施形態を上述してきたが、本発明を上記以外の形で実施することができるることを理解されたい。本説明に、本発明を制限する意図はない。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態によるリソグラフィ投影装置を示す図である。

【図 2】本発明で使用するのに適した分布プラッグ反射器を示す図である。

【図 3】調節可能な反射率を有する要素を作成するための 2 つの分布プラッグ反射器の使用を示す図である。

【図 4】本発明によるプログラム可能パターン形成手段の一部を示す図である。

【図 5】本発明によるさらに他のプログラム可能パターン形成手段の一部を示す図である。

【図 6】本発明による圧電アクチュエータ駆動式プログラム可能パターン形成手段の一部を示す図である。

【図 7】本発明による静電アクチュエータ駆動式プログラム可能パターン形成手段の一部を示す図である。

## 【符号の説明】

L A 放射線源

E x ビーム拡大器

I L 照明装置

A M 調整手段

I N 積分器

C O 集光器

P L 投影システム

P P M プログラム可能パターン形成手段

C 目標部分

PB 投影ビーム

W 基板（ウェーハ）

WT オブジェクト・テーブル（基板テーブル）

A、B、C 反射要素

10 多層積層

11、13、15 金属層

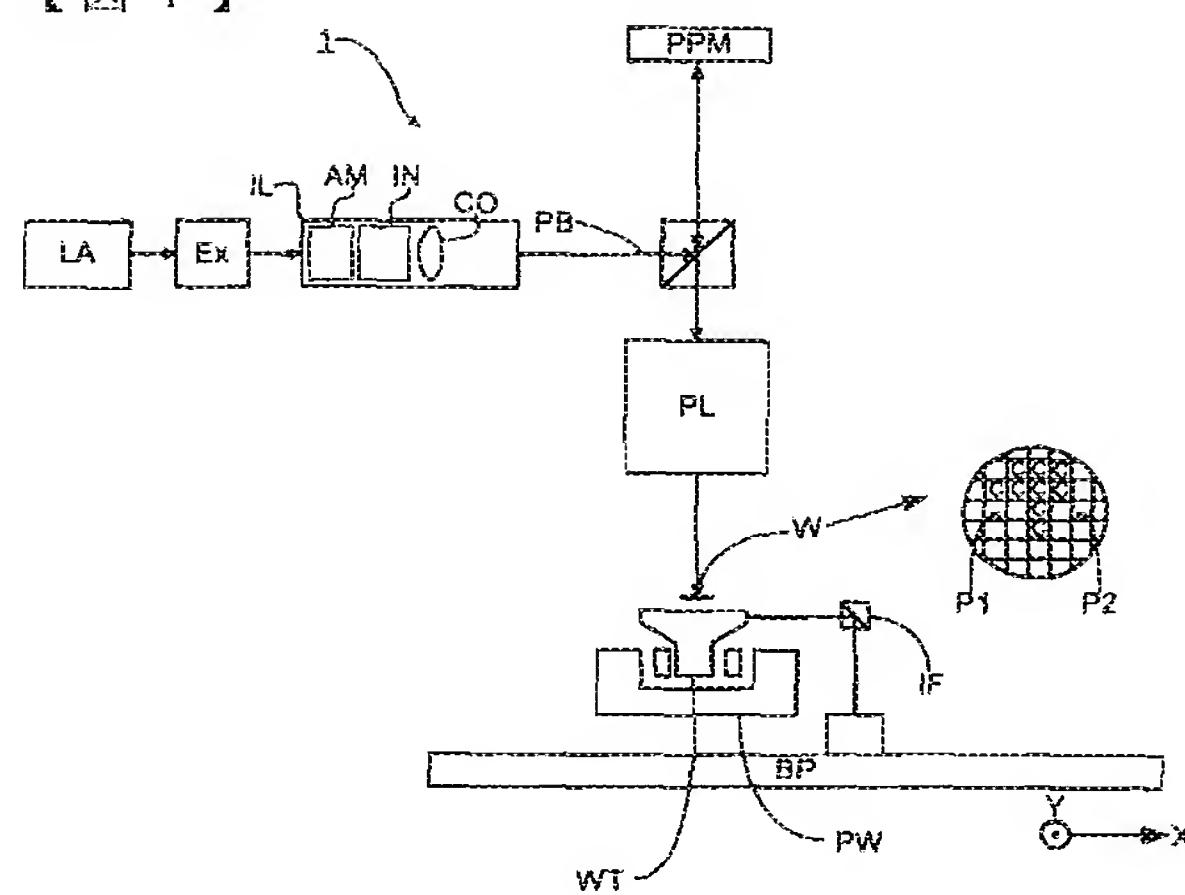
12、14、16 シリコン層

31、32、34、35、37、38 分布プラグ反射器

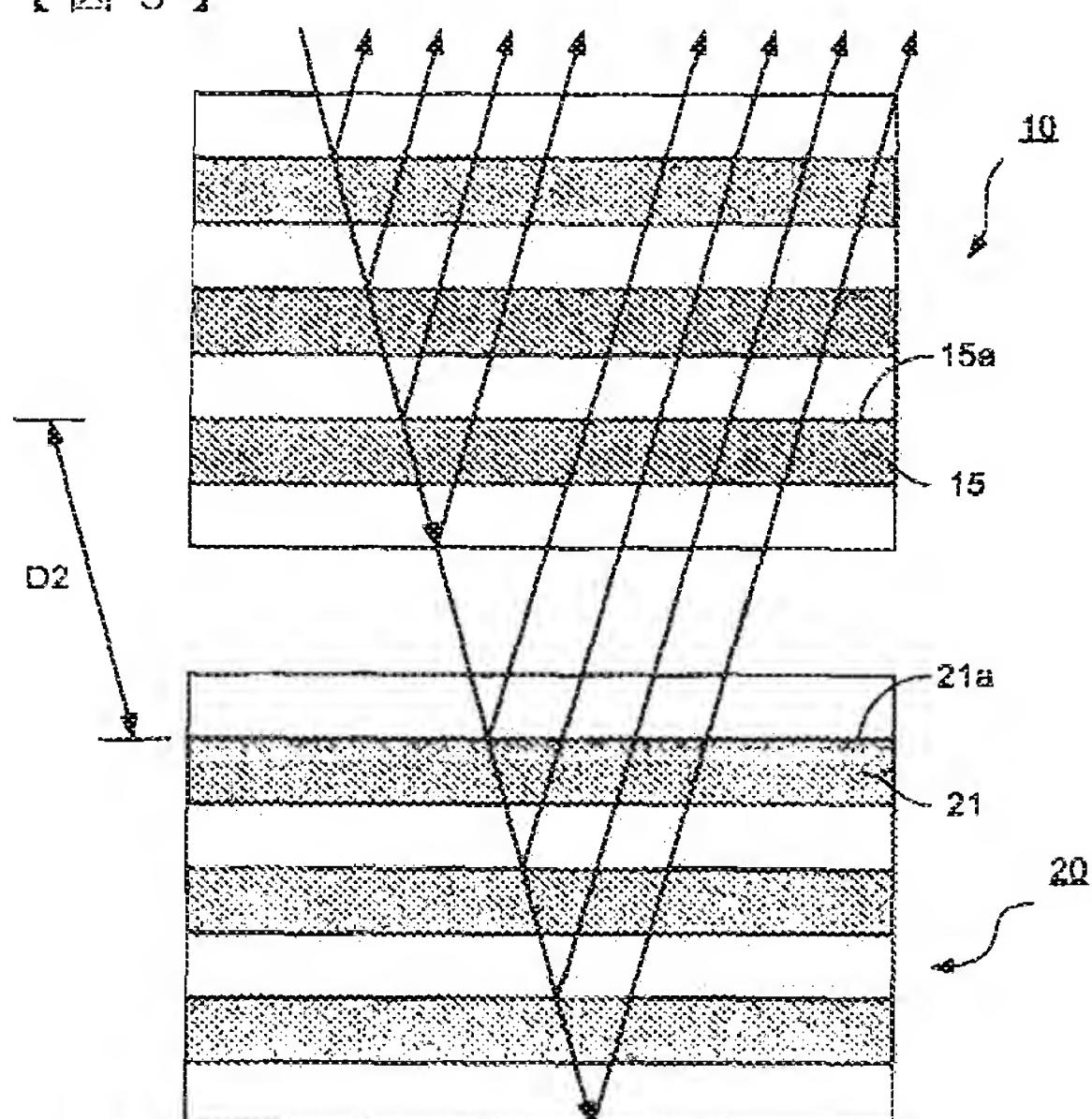
33、36、39 圧電アクチュエータ

10

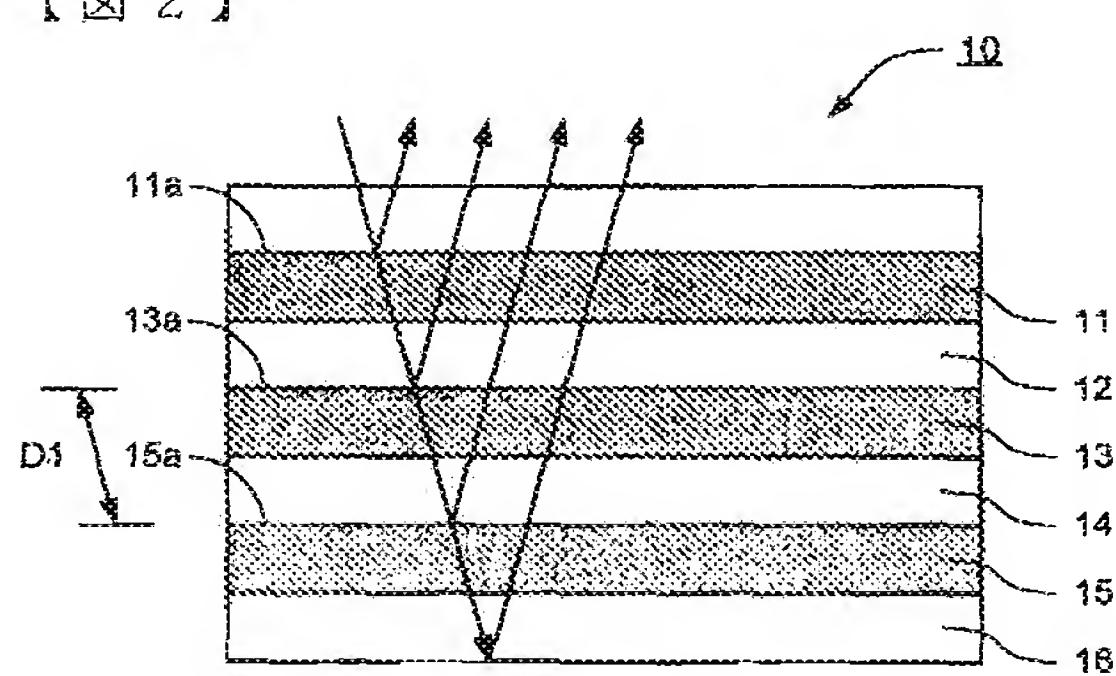
【図 1】



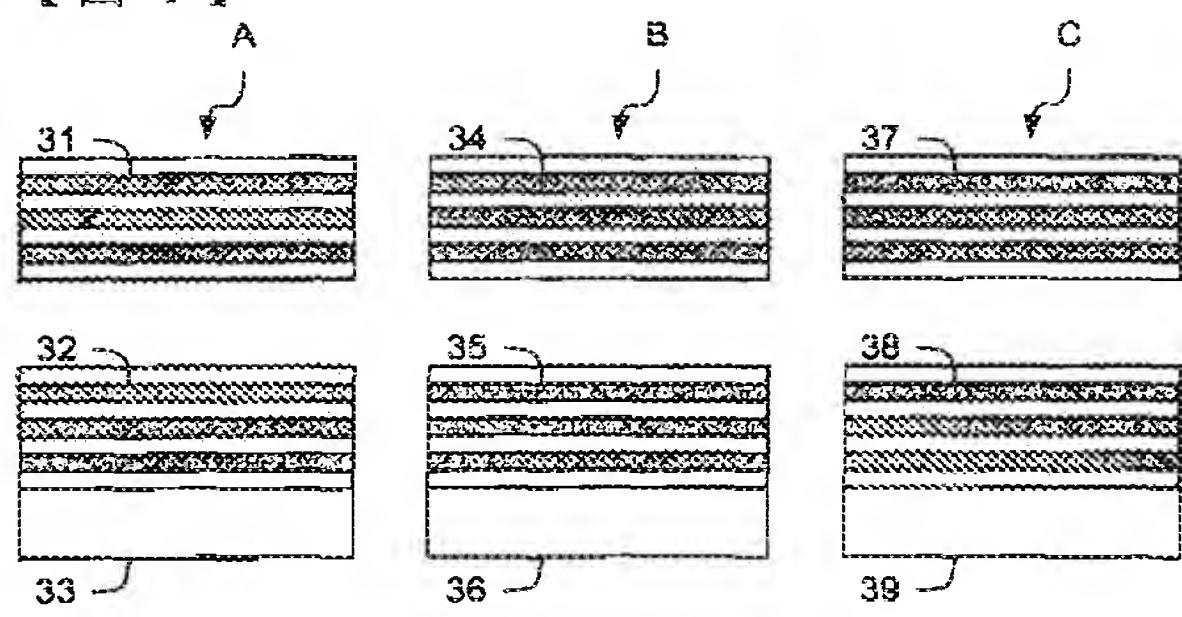
【図 3】



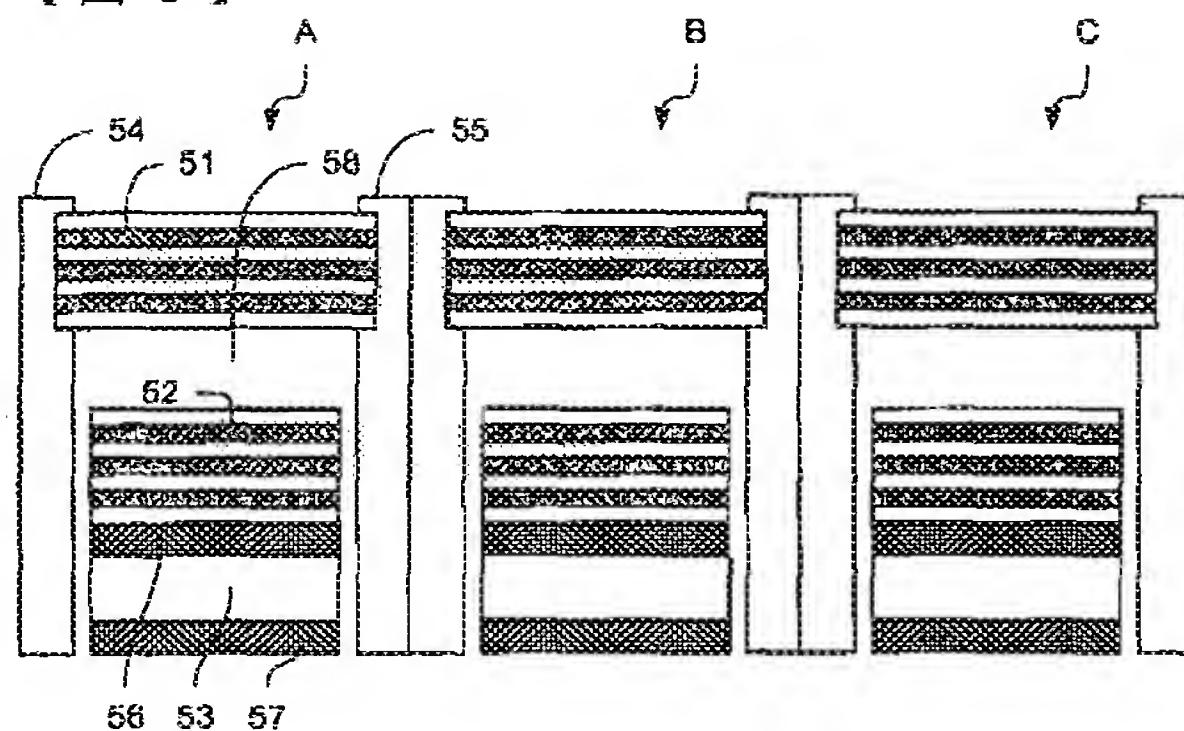
【図 2】



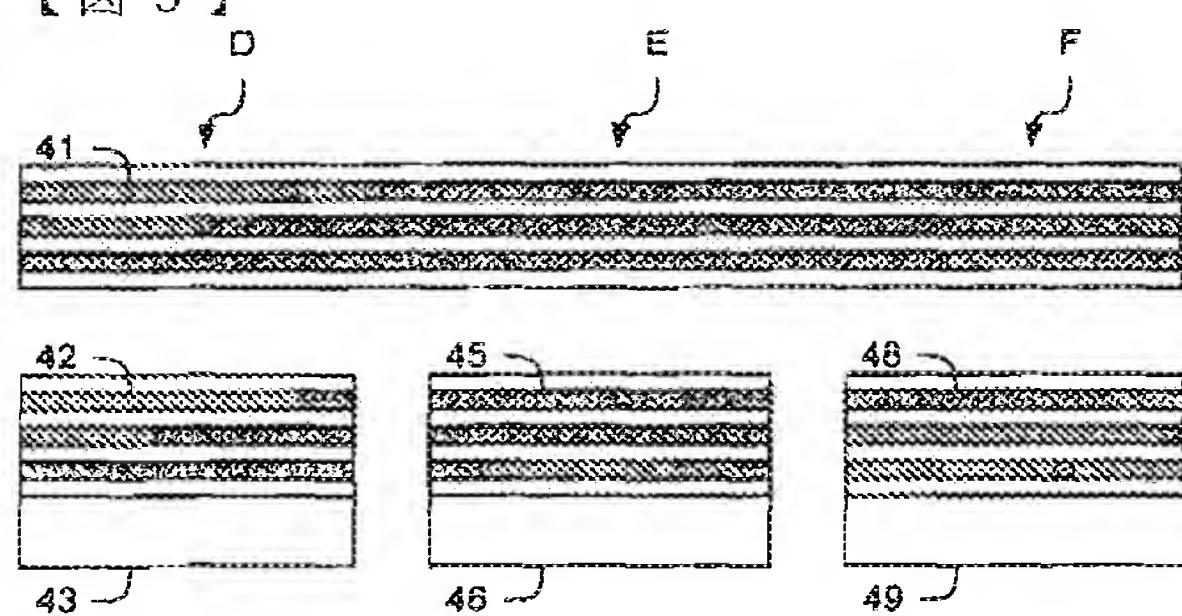
【図 4】



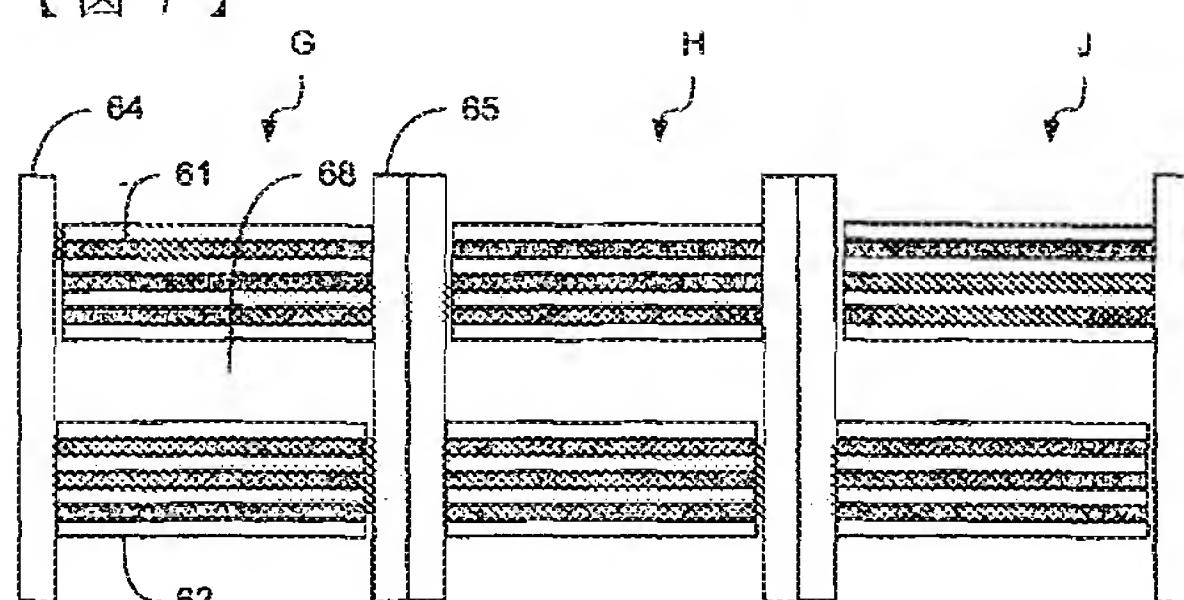
【図 6】



【図 5】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アルノ ヤン ブレーケル  
オランダ国 ウェステルホーフェン、ステーノフェンス 67

(72)発明者 ヴァディム イエブゲニーフィッチ バニン  
オランダ国 ヘル蒙ド、ニエルスラーン 2

F ターム(参考) 5F046 BA03 CB02 CB17 DA06 GA03 GA14 GB01 GD10